



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Off nlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 60 121 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**H 02 K 15/03**  
H 02 K 1/27

⑳ Aktenzeichen: 100 60 121.9  
㉔ Anmeldetag: 4. 12. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 6. 6. 2002

DE 100 60 121 A 1

㉑ Anmelder:  
ALSTOM (Switzerland) Ltd., Baden, CH  
  
㉒ Vertreter:  
Rösler, U., Dipl.-Phys.Univ., Pat.-Anw., 81241  
München

㉓ Erfinder:  
Joho, Reinhard, Rombach, CH

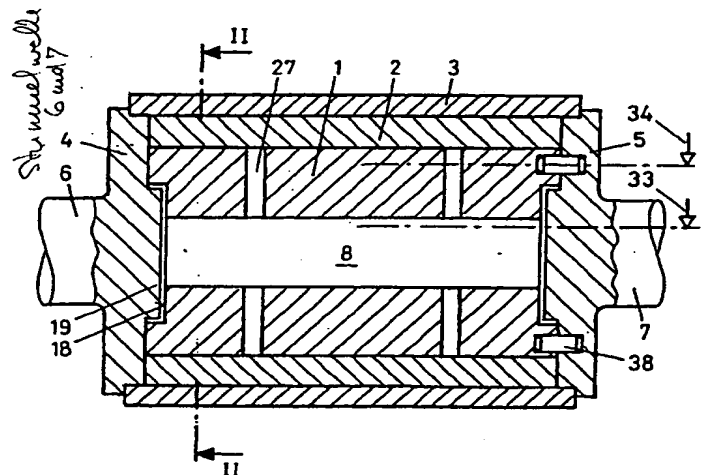
㉔ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE	39 38 007 C2
DE	38 44 074 C2
DE	30 21 607 C2
DE	28 13 300 C2
DE	199 03 251 A1
DE	295 04 640 U1
DE	9 39 584 C

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

㉕ Verfahren zur Herstellung eines Permanentmagnete enthaltenden Rotors einer Synchronmaschine und nach diesem Verfahren hergestellter Rotor

㉖ Der Rotor weist einen Kern (1) mit einem Innenraum (8) auf. Auf dem Kern (1) sind Permanentmagnete (2) angeordnet. Diese Permanentmagnete (2) sind von einem Außenzylinder (3) umgeben, der dichtend mit Abschlussscheiben (4, 5) verbunden ist, welche Wellenstummel (6) tragen. Vom Innenraum (8) aus verlaufen Kanäle (27) in radialer Richtung zum Bereich der Permanentmagnete (2). In den Innenraum (8) wird zunächst eine Harzmasse eingebracht. Danach wird der Rotor erwärmt und auf Schleuderdrehzahl hochgefahren. Folglich fließt die nun schmelzflüssige Harzmasse durch die Kanäle (27) zum Bereich der Permanentmagnete (2) und füllt sämtliche dort vorhandene Hohlräume aus, auch Risse, die sich beim Hochfahren in den spröden Permanentmagneten (2) bilden. Die Harzmasse härtet aus, währenddem der Rotor auf Schleuderdrehzahl gehalten wird. Damit ist jeder Oberflächenbereich der Permanentmagnete (2) sicher korrosionsgeschützt.



DE 100 60 121 A 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Permanentmagnete enthaltenden Rotors einer Synchronmaschine, welcher Rotor einen Kern aus ferromagnetischem Stahl aufweist, auf welchem Kern mit demselben verbundene Permanentmagnete angeordnet sind, die ihrerseits von einem Aussenzylinder aus einem nicht magnetisierbaren Stahl umgeben sind, und welcher Rotor bei beiden axialen Enden aus einem nicht magnetisierbaren Stahl bestehende Abschlusscheiben mit einer Stummelwelle aufweist.

## Stand der Technik

[0002] Im Betrieb einer permanentmagnet-erregten Synchronmaschine werden die auf dem Rotor sitzenden Permanentmagnete beträchtlichen Zentrifugalkräften ausgesetzt, mit der Folge, dass sie dazu neigen, sich vom Rotor zu lösen. Das Aufschumpfen eines metallischen Zylinders über die auf dem Rotor sitzenden Magnete ist bekannt. Die Permanentmagnete bestehen bekanntlich aus einem spröden Material, so dass in der Regel bereits beim Aufschumpfen des Zylinders Risse und Brüche praktisch unvermeidbar sind. Diese Permanentmagnete bestehen zudem aus einem äusserst korrosionsanfälligen Material und sollten allseitig mit einer Schutzschicht umgeben sein, die auch im Betrieb beständig ist. Das Aufbringen solcher Schutzschichten ist einerseits arbeitsaufwendig und andererseits bleiben bei bekannten Ausbildungen Bruchstellen der Permanentmagnete, die sich bei (einem ersten) Hochfahren auf Betriebsdrehzahl ergeben, ohne irgendwelchen Schutz gegen Korrosion. Zur Masshaltung müssen bekanntlich die Permanentmagnete geschliffen werden. Dieses Schleifen ist ebenfalls sehr arbeitsaufwendig.

## Darstellung der Erfindung

[0003] Ziel der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung des Rotors einer permanentmagnet-erregten Synchronmaschine und einen nach diesem Verfahren hergestellten Rotor zu schaffen, gemäss welchem die Permanentmagnete sozusagen hydrostatisch gelagert sind und weiter die Permanentmagnete auch nach dem Erleiden von Bruchstellen nach einem ersten Hochfahren keine ungeschützten Oberflächen aufweisen.

[0004] Das erfindungsgemässe Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass der Kern mit einem Innenraum ausgebildet ist und eine Harzmasse in den Innenraum eingebracht wird, welche Harzmasse durch ein Schleudern des Rotors dem Bereich der Permanentmagneten zugeführt wird, in welchem Bereich ein Aushärten der Harzmasse erfolgt. Der nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellte Rotor ist gekennzeichnet durch einen Kern aus ferromagnetischem Stahl und einen axial verlaufenden Innenraum, auf welchem Kern die Permanentmagnete angeordnet sind, die von einem Aussenzylinder aus nicht magnetisierbarem Material umgeben sind, welcher Rotor bei beiden Enden aus nicht magnetisierbarem Stahl bestehende Abschlusscheiben mit Stummelwellen aufweist, die formschlüssig mit dem Kern und mindestens kraftschlüssig mit dem Aussenzylinder verbunden sind, und dass sämtliche Hohlräume im Bereich der Permanentmagnete durch eine Harzmasse ausgefüllt sind.

[0005] Vorteilhafte Ausführungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0006] Die mit der Erfindung erreichten Vorteile sind ins-

besondere darin zu sehen, dass die Permanentmagnete vollständig von der Harzmasse umgeben und somit eigentlich hydrostatisch gelagert sind, so dass sie gegen eine Verlagerung auf Grund von zentrifugalen Kräften gesichert sind, und dass die Harzmasse während dem ersten Hochfahren noch fliessfähig ist, so dass sie auch während dieser Zeitspanne entstehende Rissbereiche der Permanentmagnete ausfüllt und die zusätzlich entstandenen blanken Oberflächen der Permanentmagnete als Schutzschicht überdeckt.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] In den Zeichnungen sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

[0008] Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erste Ausführung des erfindungsgemässen Rotors;

[0009] Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II der Fig. 1;

[0010] Fig. 3 eine erste Ausführung der Verbindung zwischen dem Aussenzylinder und einer Abschlusscheibe des Rotors;

[0011] Fig. 4 eine zweite Ausführung der Verbindung zwischen dem Aussenzylinder und einer Abschlusscheibe des Rotors;

[0012] Fig. 5 eine dritte Ausführung der Verbindung zwischen dem Aussenzylinder und einer Abschlusscheibe des Rotors;

[0013] Fig. 6 in einem vergrösserten Massstab einen Querschnitt durch einen Teil des Rotors zur Illustration der Füllstreifen;

[0014] Fig. 7 einen Längsschnitt, ähnlich demjenigen der Fig. 1, durch einen Teil einer zweiten Ausführung des erfindungsgemässen Rotors;

[0015] Fig. 8 eine Aufsicht auf ein geschlitztes Blech eines in der Fig. 7 dargestellten Blechpaketes;

[0016] Fig. 9 schaubildlich eine Ansicht eines Teils eines Rotors mit einem Käfig;

[0017] Fig. 10 einen Schnitt entlang der Linie X-X der Fig. 9.

## Wege zur Ausführung der Erfindung

[0018] Der Rotor der in der Fig. 1 gezeigten ersten Ausführung weist einen einstückig ausgebildeten Kern 1 aus einem ferromagnetischen Material auf. Auf dem Kern 1 sind Permanentmagnete 2 angeordnet. Die Permanentmagnete sind der Einfachheit halber einstückig dargestellt, sie können aber auch beliebig unterteilt sein. Die Permanentmagnete 2 sind von einem Aussenzylinder 3 aus einem metallischen, nicht magnetisierbaren Material umgeben. Der Aussenzylinder 3 kann zum Beispiel aus hochfestem, kaltgewalztem, austenitischem Stahl sein oder einer hochfesten, elektrisch gut leitenden Bronze, z. B. CuNi<sub>3</sub>Si zur Erzielung kleinster elektrischer Oberflächenverluste. Der Rotor endet zu beiden Seiten bei einer Abschlusscheibe 4 bzw. 5 mit einer Stummelwelle 6 bzw. 7, die aus einem nicht magnetisierbaren Stahl besteht.

[0019] Der Kern 1 weist einen als axiale Durchbohrung ausgebildeten Innenraum 8 auf, der, wie noch gezeigt sein wird, als Speicherraum dient. Vom Innenraum 8 aus verlaufen Kanäle 27 in radialer Richtung zum Bereich der Permanentmagnete 2.

[0020] Weiter weist der Kern 1 bei beiden axialen Enden eine vieleckige Ausnehmung 18 auf. Die Abschlusscheiben 4 bzw. 5 weisen einen entsprechend geformten Vorsprung 19 auf. Mittels dieser Vorsprünge 19 und Ausnehmungen 18 ist der Kern 1 auf den Abschlusscheiben 4 bzw. 5 zentriert, wobei zudem die vieleckige Form zur ausgezeichneten

Übertragung des Drehmomentes vom Kern 1 auf die Abschluss-scheiben 4 bzw. 5 und somit auf die Stummelwellen 6 bzw. 7 dient. Anstelle eines zentralen Vorsprunges 19 kann auch eine Anordnung von Scherbolzen 38 dienen, welche den Kern 1 mit den Abschluss-scheiben 4 bzw. 5 verbinden.

[0021] Die Fig. 2 zeigt einen Schnitt entlang der Linie II-II der Fig. 1 durch den Rotor. Es ist ersichtlich, dass die auf dem Kern 1 sitzenden Permanentmagnete 2 vom Aussenzylinder 3 umringt sind und der Kern 1 den Innenraum 8 aufweist. Der Rotor bildet in der hier beispielhaft gezeigten 2-poligen Ausführung in bekannter Weise einen Nordpol N und einen Südpol S. Es sind, wie allgemein bekannt, seitliche magnetische Neutralzonen 37 vorhanden. Bei diesen Neutralzonen 37 sind in den entsprechenden Ringraumabschnitten zwischen dem Aussenzylinder 3 und dem Kern 1 Füllstücke 16 aus einem je nach gewünschter magnetischer Schenklichkeit magnetisierbaren oder nicht magnetisierbaren Material eingesetzt. Die Dichte des Materials dieser Füllstücke 16 ist vorteilhaft mindestens annähernd gleich der Dichte des Materials der Permanentmagnete 2, d. h. die Dichte der Füllstücke 16 ist vorteilhaft ähnlich der Dichte der Permanentmagnete 2.

[0022] Zum Zusammenbauen des Rotors wird der Aussenzylinder 3 gemäss einer Variante auf die Abschluss-scheiben 4, bzw. 5 aufgeschraubt.

[0023] Die schlussendliche Verbindung zwischen dem Aussenzylinder 3 und den Abschluss-scheiben 4 bzw. 5 erfolgt gemäss einer ersten Ausführung, die in der Fig. 3 gezeigt ist, durch eine dichte Umfangsschweissnaht 9. Wie noch beschrieben sein wird, erfolgt die Herstellung dieser dichten Umfangsschweissnaht 9 in zwei Schritten.

[0024] Eine weitere Ausführung der Verbindung zwischen dem aufgeschraubten Aussenzylinder 3 und den Abschluss-scheiben ist in der Fig. 4 dargestellt.

[0025] Der Aussenzylinder 3 dieser Ausführung weist bei beiden Enden eine Innenumfangsrille 10 auf. Die jeweilige Abschluss-scheibe 4 bzw. 5 weist einen entsprechenden Aussenumfangsvorsprung 11 auf. Neben diesem Aussenumfangsvorsprung 11 befindet sich eine Aussenumfangsrille 12 mit einem darin eingesetzten O-Ring 13. Ist der Aussenzylinder 3 auf der jeweiligen Abschluss-scheibe 4 bzw. 5 aufgeschraubt, ragt der jeweilige Aussenumfangsvorsprung 11 in die jeweilige Innenumfangsrille 10. Weiter liegt der jeweilige O-Ring 13 direkt am Aussenzylinder 3 an.

[0026] Die Fig. 5 zeigt eine weitere Variante der Verbindung zwischen dem Aussenzylinder 3 und der Abschluss-scheibe 4 bzw. 5, bei welcher kein Aufschrauben stattfindet. Die jeweilige Abschluss-scheibe 4 bzw. 5 weist dazu einen gegen das Rotorinnere weisenden konusförmigen Abschnitt 14 auf. Dieser konusförmige Abschnitt 14 endet bei einem als Anschlag ausgebildeten Schulterabschnitt 15. Bei dieser Ausführung werden die Abschluss-scheiben 4, 5 über dem konusförmigen Ab-Abschnitt 14 hydraulisch bis zur Auflage auf den Schulterabschnitt 15 in den Aussenzylinder 3 eingepresst.

[0027] Zusätzlich zur Fig. 5 wird auf Fig. 6 hingewiesen. Der in der Fig. 6 gezeigte Kern 1 weist eine polygonförmige Umfangsfläche auf. Dabei entsprechen die Abmessungen der ebenflächigen Flächenabschnitte 17 des Aussenumfanges des Kerns 1 den Abmessungen der darauf angeordneten Permanentmagnete 2. Somit ist die Umfangsfläche des Kerns 1 der Kontur der Permanentmagnete 2 angepasst, so dass kein grosser magnetischer Spalt vorhanden ist. Weiter ergibt sich durch diese polygonartige Formgebung der Umfangsfläche des Kerns eine ausgezeichnete Übertragung des Drehmomentes von den Permanentmagneten 2 auf den Kern 1.

[0028] Zwischen den einzelnen Permanentmagneten 2

sind Füllstreifen 20 aus einem formbeständigen, vorteilhaft metallischen Material, angeordnet. Diese Füllstreifen können zu Anpasszwecken, zumindest gegen die Permanentmagnete, mit einem dünnen Vlieshelag versehen sein. Weitere Füllstreifen 21 sind zwischen den Permanentmagneten 2 und den ihnen gegenüberliegenden Innenumfangsbereichen des Aussenzylinders 3 angeordnet. Diese weiteren Füllstreifen 21 bestehen aus gut leitendem Material, z. B. Cu oder Al.

[0029] Mit den Füllstreifen 20, 21 ist eine ausgezeichnete Anpassung an die rechteckige Querschnittsform der Permanentmagnete 2 ermöglicht. Wenn überhaupt nötig, wird nur die dem Aussenzylinder 3 zugewandte Fläche der Permanentmagnete 2 geschliffen, im übrigen können alle Flächen unbearbeitet bleiben.

[0030] Die weiteren Füllstreifen 21 sind bei ihren Enden mit einem flexibel ausgebildeten, elektrisch gut leitenden Ring 22 verbunden, siehe auch Fig. 5. Dieser Ring 22 kann aus einem Litzendraht bestehen oder lamelliert aufgebaut sein. Die Verbindung der weiteren Füllstreifen 21 mit dem flexiblen Ring 22 kann durch ein Schweissen, z. B. Punktschweissen erfolgen.

[0031] Somit bilden diese weiteren Füllstreifen 21 zusammen mit dem Ring 22 einen Dämpferkäfig. Beim Zusammenbauen des Rotors werden diese Schweissverbindungen vor dem Aufsetzen und Befestigen der Abschluss-scheiben 4, 5 am Aussenzylinder 3 hergestellt.

[0032] Bei der in der Fig. 7 gezeichneten Ausführung ist der allgemein mit der Bezugsziffer 35 bezeichnete Kern aus geschichteten Blechen 23 ausgeführt. Diese Bleche 23 sind als Blechpaket auf einem Zentrierrohr 24 angeordnet. Das Zentrierrohr 24 weist in radialer Richtung verlaufende Löcher 25 auf. Die im Bereich dieser Löcher 25 angeordneten Bleche 23 weisen einen Längsschlitz 26 auf und werden zyklisch verdreht geschichtet (siehe Fig. 8), so dass analog zu den Kanälen 27 der ersten Ausführung Durchtritte von einem Innenraum 36 des Zentrierrohres 24 zum Bereich der Permanentmagnete 2 vorhanden sind.

[0033] Anstelle des Zentrierrohres 24 können die Bleche 23 gelocht sein, um die Aufnahme von Scherbolzen 38 zu ermöglichen. Diese Scherbolzen 38 können über die Länge des Blechpaketes hinausgehen und in die Abschluss-scheiben 4, 5 hineinragen, um das Drehmoment zu übertragen.

[0034] Diese Ausführung mit einem Kern 35 aus einem Blechpaket ist eine Voraussetzung für eine schwingende Aufmagnetisierung. Jedoch weist diese Ausführung keinen Dämpferkäfig gemäss der in den Fig. 5 und 6 gezeigten Ausführung auf.

[0035] Die Bezugsziffer 28 in der Fig. 7 bezeichnet in jeder Abschluss-scheibe periodisch ringförmig angebrachte Gewindelöcher zur Aufnahme von nicht dargestellten Wuchtschrauben zum Auswuchten des Rotors. Alternativ können Bohrungen mit gewünschtem Durchmesser und Tiefe während des Auswuchtens gebohrt werden.

[0036] Eine noch weitere Ausführung ist in den Fig. 9 und 10 dargestellt. Es wird ein Käfig 29 mit Endringen 30 und Längsstäben 31 aus einem gut leitenden Material (z. B. Cu, Al) hergestellt, welcher im fertigen Rotor als elektrischer Dämpferkäfig wirkt. Zum Zusammenbauen des Rotors wird dieser Käfig 29 in den Aussenzylinder 3 eingeschoben. Die einzelnen Permanentmagnete 2 werden in den als Füllmatrix dienenden Käfig 29 eingelegt und mit einem provisorischen Haftmittel mit dem Aussenzylinder verklebt. Darauf wird der Kern 1 in den Käfig 29 hineingeschoben und danach die Abschluss-scheiben 4, 5 montiert.

[0037] Alternativ kann der Käfig 29 mit den Permanentmagneten 2 zuerst auf dem Kern 1 angeordnet und danach der Aussenzylinder 3 darübergeschoben werden.

[0038] Der Zweck der Querrillen 32 in den Längsstäben 31 wird weiter unten erläutert.

[0039] Zum Fertigstellen des Rotors nach der Erfindung wird in den als Speicherraum dienenden Innenraum 8 des Kerns 1, bzw. bei der Ausführung nach Fig. 7 in den Innenraum 36 des Zentrierrohrs 24, eine Harzmasse eingebracht. Solche Harzmassen sind allgemein bekannt und müssen folglich nicht weiter beschrieben werden. Diese Harzmasse kann zudem Füllstoffe enthalten, z. B. ein Aluminiumoxid-Pulver. Vorteilhaft wird die Harzmasse in Form einer festen Stange, als sogenannter Kleber im B-Zustand eingebracht. [0040] Danach wird der Rotor nach einem vorbestimmten zeitlichen Programm hochgefahren und gleichzeitig erwärmt. Das Programm kann Beharrungspunkte auf Zwischendrehzahlen und Zwischentemperaturen beinhalten. Die nun schmelzflüssige Harzmasse dringt somit durch die Kanäle 27 im Kern 1, bzw. bei der Ausführung nach Fig. 7 durch die Löcher 25 im Zentrierrohr 24 und durch die Längsschlitz 26 in den betreffenden Blechen 23, in radialer Richtung nach aussen zum Bereich der Permanentmagnete 2 vor. Die beschriebenen Querrillen 32 der Fig. 9 dienen zum Ausgleichen der Strömung der Harzmasse.

[0041] Die durch die Zentrifugalkräfte nach aussen fließende Harzmasse füllt sämtliche vorhandene Hohlräume und die Permanentmagnete 2 werden von der Harzmasse vollständig umgeben. Da sich bekanntlich bei den spröden Permanentmagneten beim ersten Hochfahren des Rotors unvermeidlich Risse und Brüche ausbilden, werden auch diese Bereiche von der fließfähigen Harzmasse sicher gefüllt.

[0042] Das Aushärten der Harzmasse erfolgt bei der Schleuderdrehzahl des Rotors. Diese liegt höher als die maximale Betriebsdrehzahl und wird nur während der Rotorfertigung angelegt.

[0043] In der Fig. 1 ist mit den Pfeilen 33 und 34 sowie mit den gestrichelten Linien der Bereich des inneren Niveaus der Harzmasse nach dem Schleudern gezeigt. Daraus bestimmt sich die in den Innenraum einzufüllende Harzmasse.

[0044] Auf Grund der Erstarrung der Harzmasse während dem Schleudern bleibt der Aussenzylinder 3 bei den späteren Betriebsdrehzahlen und im Stillstand vorgespannt.

[0045] Zu bemerken ist, dass die im Zusammenhang mit der Fig. 3 beschriebene Umfangsschweissnaht 9 vor dem beschriebenen Aushärtelauf nur einlagig vorgeschweisst wird. Die Umfangsschweissnaht 9 m wird erst nach dem Aushärtelauf voll nachgeschweisst. Während dem Schweissvorgang sitzt der Aussenzylinder 3 auf nicht dargestellten, gekühlten Klemmbacken. Das Auswuchten des Rotors erfolgt nach dem Aushärtelauf bei den anhand der Fig. 7 beschriebenen Gewindelöchern 28. Weiter kann der Innenraum 8 im Kern 1, bzw. der Innenraum 36 des Zentrierrohrs 25 als sogenannte Heat-Pipe dienen und über die Stummelwellen 6, 7 oder über angeflanschte Wärmetauscher gekühlt werden. Es liegt im Rahmen der vorliegenden Erfindung, dass der Rotor nur auf einer Seite einen Wellenstummel aufweist und das andere Ende frei bleibt. Die Abschluss-scheibe am freien Ende bleibt zu Dichtzwecken.

[0046] Es ist somit ersichtlich, dass die Permanentmagnete sozusagen hydrostatisch gelagert sind und insbesondere auch beim ersten Hochfahren des Rotors entstehende Risse mit der schmelzflüssigen Harzmasse ausgefüllt werden, so dass die Permanentmagnete vollständig gegen die Umgebungsummosphäre verriegelt und damit äusserst korrosionsbeständig sind.

[0047] Die Permanentmagnete können mit isolierenden Überzügen versehen sein, um Strombahnen zu benachbarten elektrisch leitenden Komponenten zu unterbinden.

[0048] Als alternative Fertigung können vor Aufbringen

des Aussenzylinders 3 vorgespannte flache Bandagewickel um die Permanentmagnete und allfällige Dämpferstäbe 21 gelegt werden. Die Permanentmagnete können dann schwingend aufmagnetisiert werden. Danach werden die Ringe 22 angebracht, ohne jedoch die Wickel zu entfernen. Alternativ können die Füllstreifen 20 ebenfalls aus gut elektrisch leitendem Material bestehen und mit den Ringen 22 verbunden sein.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Kern
- 2 Permanentmagnete
- 3 Aussenzylinder
- 4 Abschluss-scheibe
- 5 Abschluss-scheibe
- 6 Stummelwelle
- 7 Stummelwelle
- 8 Innenraum
- 9 Umfangsschweissnaht
- 10 Innenumfangsrille
- 11 Aussenumfangsvorsprung
- 12 Aussenumfangsrille
- 13 O-Ring
- 14 Konusförmiger Abschnitt
- 15 Schulterabschnitt
- N Nordpol
- S Südpol
- 16 Füllstück
- 17 Flächenabschnitt der polygonförmigen Umfangsfläche
- 18 Ausnehmung
- 19 Vorsprung
- 20 Füllstreifen
- 21 Füllstreifen (weitere)
- 22 Ring
- 23 Bleche
- 24 Zentrierrohr
- 25 Löcher
- 26 Längsschlitz
- 27 Kanal
- 28 Gewindeloch
- 29 Käfig
- 30 Endring
- 31 Längsstäbe
- 32 Querrillen
- 33 Pfeil
- 34 Pfeil
- 35 Kern
- 36 Innenraum
- 37 Neutralzone
- 38 Scherbolzen

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Permanentmagnete (2) enthaltenden Rotors einer Synchronmaschine, welcher Rotor einen Kern (1, 35) aus ferromagnetischem Stahl aufweist, auf welchem Kern (1, 35) mit demselben verbundene Permanentmagnete (2) angeordnet sind, die ihrerseits von einem Aussenzylinder (3) aus einem nicht magnetisierbaren Material umgeben sind, und welcher Rotor bei beiden axialen Enden aus einem nicht magnetisierbaren Stahl bestehende Abschluss-scheiben (4, 5) mit Stummelwellen (6, 7) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (1, 35) mit einem Innenraum (8, 36) ausgebildet und eine Harzmasse in den Innenraum (8, 36) eingebracht wird, welche Harzmasse durch ein Schleudern des Rotors dem

Bereich der Permanentmagnete (2) zugeführt wird, in welchem Bereich ein Aushärten der Harzmasse erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor mit der eingebrachten Harzmasse erwärmt und gleichzeitig hochgefahren wird, wobei die Harzmasse auf Grund einer Fliehkraft vom Innenraum (8) durch radiale Kanäle (27) im Kern (1) oder vom Innenraum (36) durch Löcher (25) und Längsschlitze (26) im Kern (35) nach aussen zum Bereich der Permanentmagnete (2) geleitet wird, und die dort vorhandenen Hohlräume ausgefüllt werden, und dass der Rotor während dem Aushärten der Harzmasse auf der Betriebsdrehzahl gehalten wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zum Zusammenbauen des Rotors die Permanentmagnete (2) auf dem Kern (1, 35) angeordnet und der Kern (1, 35) mit den Permanentmagneten (2) mit Spiel in den Aussenzylinder (3) eingesetzt wird, dass nach dem Einbringen der Harzmasse in den Innenraum (8, 36) bei beiden Enden dieses aus Kern (1, 35), Permanentmagneten (2), Aussenzylinder (3) und Harzmasse entstehenden Gebildes je eine aus einem nicht magnetisierbaren Stahl bestehende Abschluss Scheibe (4, 5) mit einer Stummelwelle (6, 7) angeordnet und der Kern (1, 35) in den Abschluss Scheiben (4, 5) zentriert wird, und dass schlussendlich der Aussenzylinder (3) mit den Abschluss Scheiben (4, 5) verbunden wird.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die härtbare Harzmasse in Form einer festen Stange in den Innenraum (8, 36) im Kern (1, 35) eingebracht wird.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Harzmasse mindestens einen Füllstoff enthält.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussenzylinder (3) auf die Abschluss Scheiben (4, 5) aufgeschrumpft wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der aufgeschrumpfte Aussenzylinder (3) mittels einer Umfangsschweissnaht (9) dichtend mit den Abschluss Scheiben (4, 5) verbunden wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Umfangsschweissnaht (9) vor dem Schleudern des Klebeharzes nur einlagig vorgeschweisst und erst nach dem Aushärten des Klebeharzes voll nachgeschweisst wird.

9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussenzylinder (3) bei beiden Enden mit einer Innenumfangsrille (10) und die Abschluss Scheiben (4, 5) mit einem Aussenumfangsvorsprung (11) und einer daneben angeordneten Aussenumfangsrille (12) mit einem eingelegten O-Ring (13) ausgebildet werden und der Aussenzylinder (3) auf die Abschluss Scheiben (4, 5) derart aufgeschrumpft wird, dass der jeweilige Aussenumfangsvorsprung (11) der Abschluss Scheiben (4, 5) in die jeweilige Innenumfangsrille (10) hineinragt und der jeweilige O-Ring (13) dichtend am Aussenzylinder (3) anliegt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschluss Scheiben (4, 5) mit einem gegen das Rotorinnere gerichteten konusförmigen Abschnitt (14) ausgebildet und zur Verbindung mit dem Aussenzylinder (3) in denselben bis zu einem Anschlag (15) eingepresst werden.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei in Ringraumabschnitten zwischen dem Kern (1, 35) und dem Aussenzylinder (3) magnetische

Neutralzonen (37) vorhanden sind, welche Neutralzonen (37) keine Permanentmagnete (2) enthalten, dadurch gekennzeichnet, dass in diesen Ringraumabschnitten Füllstücke (16) eingesetzt werden, wobei die Dichte des Materials der Füllstücke (16) mindestens annähernd gleich der Dichte des Materials der Permanentmagnete (2) ist.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen benachbarten Permanentmagneten (2) Füllstreifen (20) eingesetzt werden.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Permanentmagneten (2) und diesen gegenüberliegenden Innenumfangsbereichen des Aussenzylinders (3) weitere Füllstreifen (21) eingesetzt werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung eines Dämpferkäfigs die weiteren Füllstreifen (21) bei ihren Enden durch Punktschweissen oder dergleichen mit jeweils einem flexibel ausgebildeten Ring (22) verbunden und um den Kern (1, 35) angeordnet werden, und dass danach die Abschluss Scheiben (4, 5) anmontiert werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-11, dadurch gekennzeichnet, dass ein Käfig (29) aus einem elektrisch leitfähigen Material mit Endringen (30) und axial verlaufenden Längsstäben (31) mit Querrillen (32) zur Verteilung des Klebeharzes hergestellt wird und die Permanentmagnete (2) in den Käfig (29) eingesetzt werden, dass entweder der Käfig (29) mit den Permanentmagneten (2) in den Aussenzylinder (3) eingeschoben, die Permanentmagnete (2) mit einem provisorischen Haftmittel mit dem Aussenzylinder (3) verklebt und danach der Kern (1, 35) in den Käfig (29) eingeschoben wird, oder zuerst der Kern (1, 35) in den Käfig (29) eingeschoben und danach der Aussenzylinder (3) über den Käfig (29) mit den Permanentmagneten (2) geschoben wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-14, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung des Kernes (35) auf einem Zentrierrohr (24) Bleche (23) aufgeschichtet werden, welches Zentrierrohr (24) Löcher (25) für den Durchtritt von in seinem Innenraum (36) angeordneter Harzmasse aufweist, wobei die Bleche (23) mit den Löchern (25) ausgerichtete Schlitze (26) für den weiteren Durchtritt des Klebeharzes aufweisen.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-15, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (1) einstückig und mit einem Innenraum (8) ausgebildet wird, welcher Innenraum (8) als Speicherraum für die Harzmasse dient und von welchem Innenraum (8) in radialer Richtung zur Aussenseite des Kernes (1) verlaufende Kanäle (27) ausgebildet werden.

18. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (1, 35) bei beiden axialen Enden mit einer vieleckigen Ausnehmung (18) ausgebildet wird, jede Abschluss Scheibe (4, 5) mit einem entsprechend den Ausnehmungen (18) des Kernes (1, 35) geformten vieleckigen Vorsprung (19) ausgebildet wird, und dass beim Zusammenbauen des Rotors die Vorsprünge (19) in die Ausnehmungen (18) eingesetzt werden, um zur Kraftübertragung eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Kern (1, 35) und den Abschluss Scheiben (4, 5) zu bilden.

19. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aussenumfangsfläche des Kernes (1, 35) polygonförmig mit einer Vielzahl ebenflächiger Flächenabschnitte (17) ausge-

bildet wird, wobei die Abmessungen jedes einzelnen Flächenabschnittes an die Abmessungen der Permanentmagnete (2) angepasst sind, so dass einerseits ein minimaler magnetischer Spalt zwischen dem Kern (1, 35) und den auf den Flächenabschnitten (17) angeordneten Permanentmagneten (2) gebildet und andererseits ein ausgezeichnetes Übertragen des Drehmomentes von den Permanentmagneten (2) auf den Kern (1, 35) erreicht ist.

20. Nach dem Verfahren nach Anspruch 1 hergestellter, Permanentmagnete (2) enthaltender Rotor, gekennzeichnet durch einen Kern (1, 35) aus ferromagnetischem Stahl und einem axial verlaufenden Innenraum (8, 36), auf welchem Kern (1, 35) die Permanentmagnete (2) angeordnet sind, die von einem Aussenzylinder (3) aus nicht magnetisierbarem Material umgeben sind, welcher Rotor bei beiden Enden aus nicht magnetisierbarem Stahl bestehende Abschluss scheiben (4, 5) mit Stummelwellen (6, 7) aufweist, die formschlüssig mit dem Kern (1, 35) und mindestens kraftschlüssig mit dem Aussenzylinder (3) verbunden sind, und dass nach Verfließen der Harzmasse mindestens sämtliche Hohlräume im Bereich der Permanentmagnete (2) bis zum Durchmesser des Innenraums (8, 36) durch eine Harzmasse ausgefüllt sind.

21. Rotor nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussenzylinder (3) auf den Abschluss scheiben (4, 5) aufgeschraubt ist.

22. Rotor nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der aufgeschraubte Aussenzylinder (3) mittels einer Umfangsschweißnaht (9) dichtend mit den Abschluss scheiben (4, 5) verbunden ist.

23. Rotor nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Aussenzylinder (3) bei beiden Enden eine Innenumfangsrille (10) aufweist und die Abschluss scheiben (4, 5) einen Aussenumfangsvorsprung (11) und eine daneben angeordnete Umfangsrille (12) mit einem eingelegten O-Ring (13) aufweisen, welche Aussenumfangsvorsprünge (11) in die jeweilige Innenumfangsrille (10) hineinragen und welcher O-Ring (13) dichtend am Aussenzylinder (3) anliegt.

24. Rotor nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass jede Abschluss scheibe (4, 5) einen gegen das Rotorinnere gerichteten konusförmigen Abschnitt (14) und einen als Anschlag dienenden Schulterabschnitt (15) aufweist, welche Abschluss scheiben (4, 5) in den Aussenzylinder (3) eingepresst sind und mit dem Schulterabschnitt (15) an demselben anliegen.

25. Rotor nach einem der Ansprüche 20–24, wobei in Ringraumabschnitten zwischen dem Kern (1, 35) und dem Aussenzylinder (3) magnetische Neutralzonen (37) vorhanden sind, welche Neutralzonen (37) keine Permanentmagnete enthalten, dadurch gekennzeichnet, dass in diesen Ringabschnitten Füllstücke (16) angeordnet sind, wobei die Dichte des Materials der Füllstücke (16) mindestens annähernd gleich der Dichte des Materials des Permanentmagneten (2) ist.

26. Rotor nach einem der Ansprüche 20–25, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen benachbarten Permanentmagneten (2) Füllstreifen (20) angeordnet sind.

27. Rotor nach einem der Ansprüche 20–26, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Permanentmagneten (2) und diesen gegenüberliegenden Innenumfangsbereichen des Aussenzylinders (3) weitere Füllstreifen (21) angeordnet sind.

28. Rotor nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Füllstreifen (21) aus einem elektrisch leitenden Material bestehen und zur Bildung eines

Dämpferkäfigs bei ihren Enden mit einem flexibel ausgebildeten Ring (22) verbunden sind, innerhalb welchem Dämpferkäfig der Kern (1, 35) angeordnet ist.

29. Rotor nach einem der Ansprüche 20–25, gekennzeichnet durch einen Käfig (29) aus elektrisch leitfähigen Endringen (30) und Längsstäben (31) mit Querrillen (32) zur Verteilung des Klebcharzes, in welchem Käfig (29) die Permanentmagnete (2) eingesetzt sind.

30. Rotor nach einem der Ansprüche 20–28, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (35) aus einem auf einem Zentrierrohr (24) angeordneten Blechpaket gebildet ist, welches Zentrierrohr (24) Löcher (25) aufweist, und dass bei diesen Löchern (25) angeordnete Bleche (23) des Blechpaketes mit den Löchern (25) ausgerichtet, in radialer Richtung verlaufende Längsschlitze (26) aufweisen.

31. Rotor nach einem der Ansprüche 20–29, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (1) einstückig ist und einen Innenraum (8) aufweist, von welchem Innenraum (8) Kanäle (27) in radialer Richtung zur Aussenseite des Kernes (1) verlaufen.

32. Rotor nach einem der Ansprüche 20–31, dadurch gekennzeichnet, dass zur Drehmomentübertragung vom Kern (1, 35) auf die Abschluss scheiben (4, 5) der Kernteil (1, 35) bei beiden axialen Enden eine vieleckige Ausnehmung (18) und jede Abschluss scheibe (4, 5) einen in die jeweilige Ausnehmung (18) hineinragenden vieleckigen Vorsprung (19) aufweist.

33. Rotor nach einem der Ansprüche 20–32, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern (1, 35) eine polygonförmige Aussenumfangsfläche, bestehend aus einzelnen ebenflächigen Flächenabschnitten (17), aufweist, wobei die Flächenabschnitte (17) den Abmessungen der auf denselben aufliegenden Permanentmagnete (2) entsprechen.

34. Rotor nach einem der Ansprüche 20–29, dadurch gekennzeichnet, dass die Bleche (38) aus Stahl einreihend in den Blechen (23) und anderend in den Abschluss scheiben (4, 5) eingesetzt sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED

Fig. 1

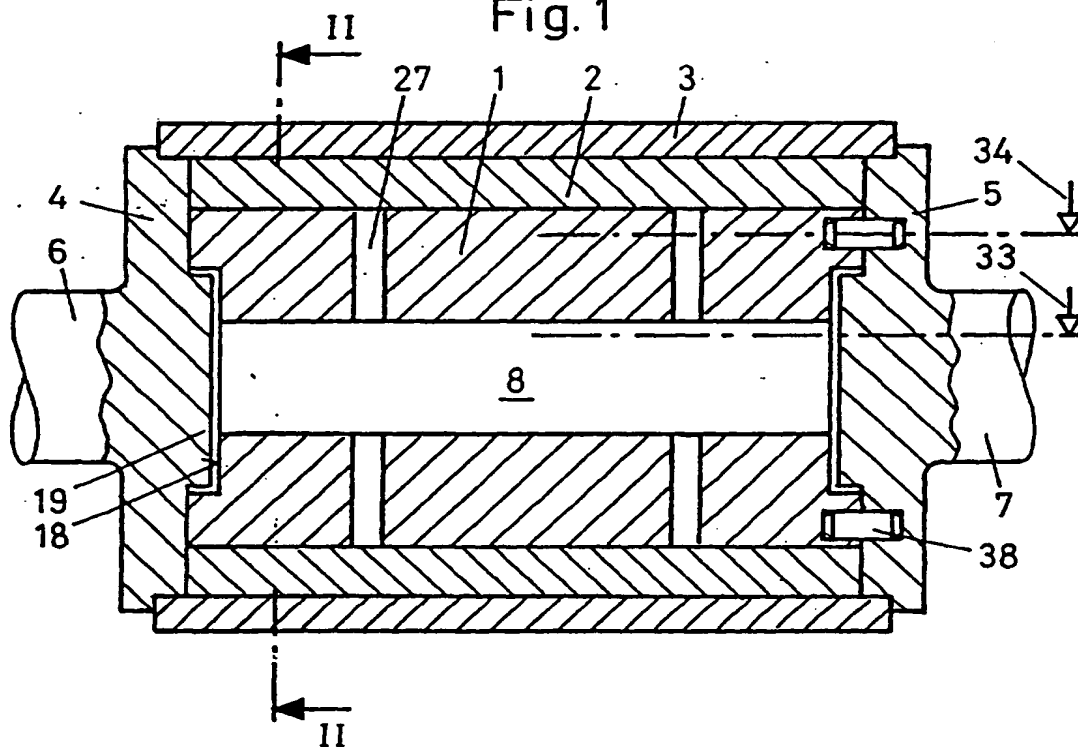


Fig. 2

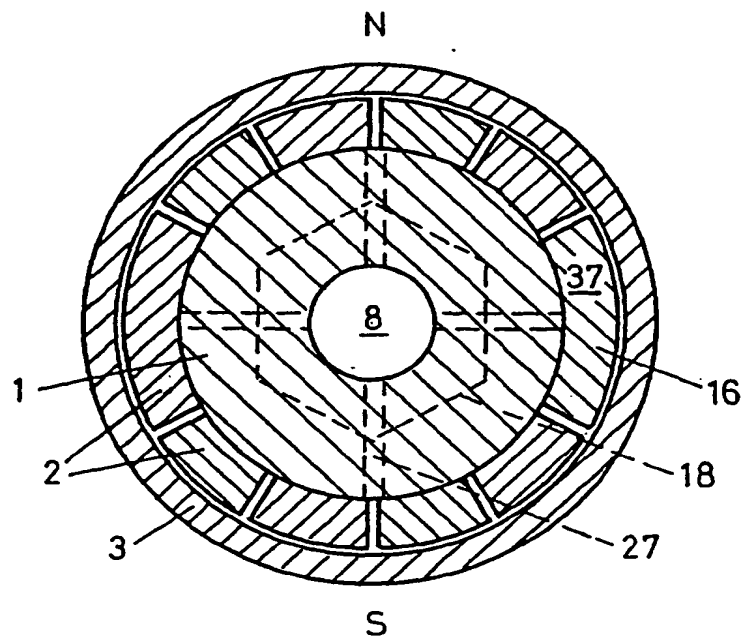




Fig. 3

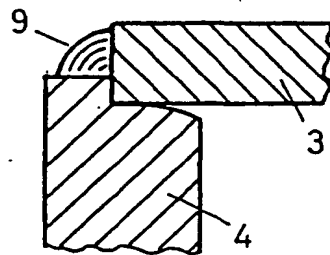


Fig. 4

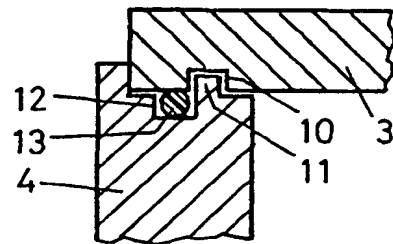


Fig. 5

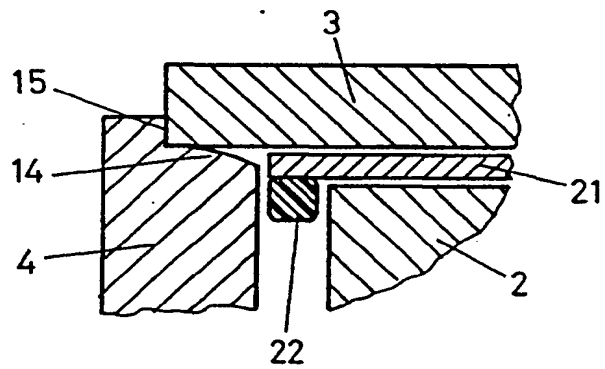


Fig. 6

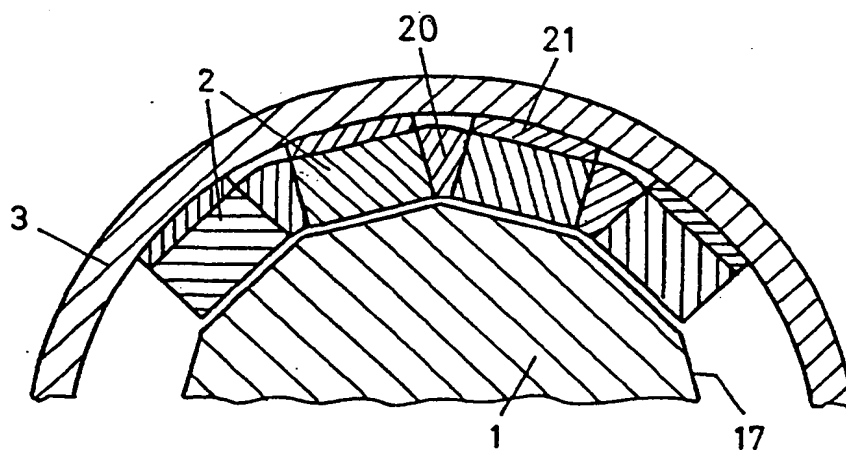


Fig.7

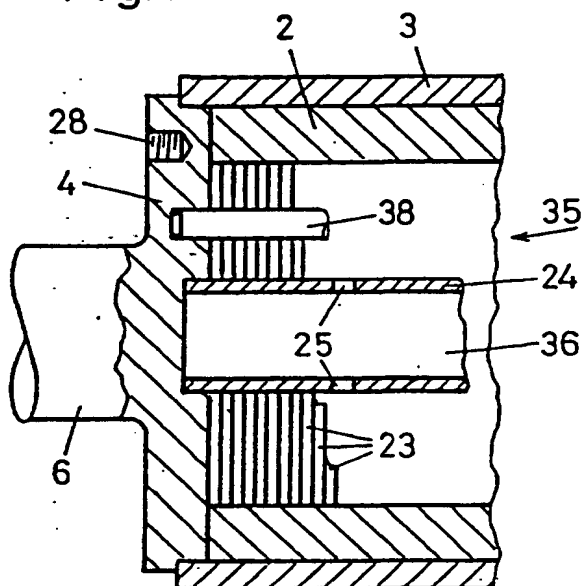


Fig.8

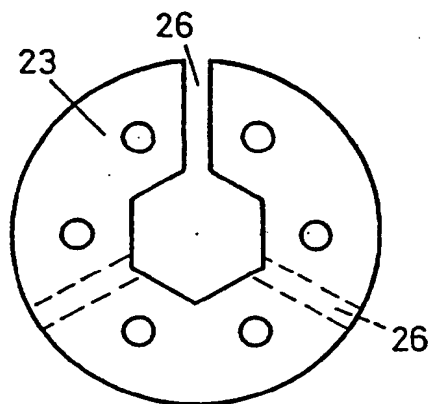


Fig.9

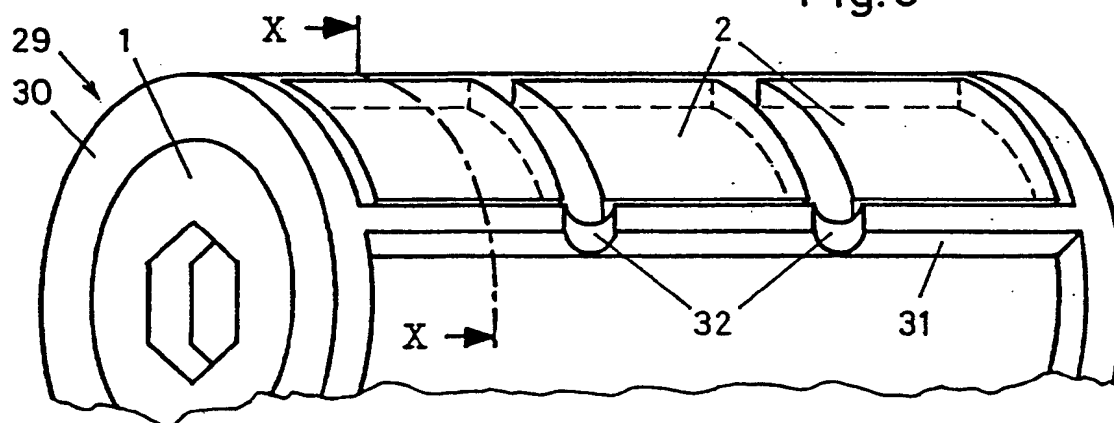


Fig.10

